

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-093628

(43)Date of publication of application : 26.03.1992

(51)Int.Cl.

G01L 3/14

(21)Application number : 02-206763

(71)Applicant : HATAMURA YOTARO

(22)Date of filing : 06.08.1990

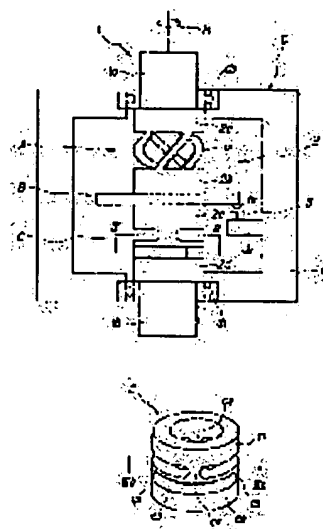
(72)Inventor : HATAMURA YOTARO

## (54) TORQUE MEASUREMENT DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable torque to be detected in a non-contact condition with the simple construction of a detecting device by providing a rotary shaft at one side with a thrust detection section comprising a joint body of a thrust detection section and a structure equivalent to a vertical deflection structure.

CONSTITUTION: Torque acts between shaft sections 1a and 1b in an arrow H-direction. A deflection conversion structure A is twisted in the same direction, according to the torque. Concurrently with twisting, the structure A is displaced in a contracting direction by a distance corresponding to the torque. As a result, a rigid section 2b, a torque transmission section B and another rigid section 2c are pulled in an upward direction. This pulling force is transmitted to a vertical deflection structure C and as a result, this structure C elongates, due to the deflection beam C3 thereof. The torque transmission section B is displaced in an upward direction, according to acting torque and a distance between the surface b1 thereof and a detector 3 increases, according to the extent of the displacement. The detector 3 senses the displacement and outputs and electrical signal corresponding thereto.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-93628

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)3月26日

G 01 L 3/14

Z

8803-2F

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全11頁)

⑮ 発明の名称 トルク検出装置

⑯ 特 願 平2-206763

⑰ 出 願 平2(1990)8月6日

⑱ 発 明 者 畑 村 洋 太 郎 東京都文京区小日向2丁目12番11号

⑲ 出 願 人 畑 村 洋 太 郎 東京都文京区小日向2丁目12番11号

⑳ 代 理 人 弁理士 武 顕次郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

トルク検出装置

2. 特許請求の範囲

(1) 回転軸に作用するトルクを検出するトルク検出装置であって、トルクが作用すると前記回転軸の軸方向に当該トルクに比例した変位を発生するたわみ変換構造と、このたわみ変換構造に連結されその変位と等しい変位を生じる変位伝達部と、この変位伝達部に連結され前記回転軸の軸方向にのみたわみを生じる垂直たわみ構造と、前記回転軸に対する静止系に固定され前記変位伝達部に空間を置いて対向する検出部とで構成されていることを特徴とするトルク検出装置。

(2) 請求項(1)において、前記たわみ変換構造は、前記回転軸の軸方向に関して両端がずれた位置で固定された複数のたわみ梁で構成されていることを特徴とするトルク検出装置。

(3) 請求項(1)において、前記垂直たわみ構造は、前記回転軸に直交する面を有し、かつ、当

該回転軸の軸方向の厚みが薄い薄肉部と、この薄肉部の両側の互いに異なる位置において結合され前記軸方向に沿う垂直部とで構成されていることを特徴とするトルク検出装置。

(4) 請求項(1)記載のトルク検出装置において、前記回転軸にトルクが作用すると、当該回転軸の周方向の回転変位は拘束しないが、前記たわみ変位構造の前記変位伝達部とは反対側の固定端と前記垂直たわみ構造の前記変位伝達部とは反対側の固定端との距離は拘束する支持部材を設けたことを特徴とするトルク検出装置。

(5) 請求項(4)において、前記支持部材は、前記トルク検出装置の両側で前記回転軸を可回転に支承する構成であることを特徴とするトルク検出装置。

(6) 請求項(4)において、前記支持部材は、前記トルク検出装置と並列に連結され、かつ、前記回転軸の軸心方向に放射状に延びた複数の放射たわみ梁を備えていることを特徴とするトルク検出装置。

(7) 請求項(1)記載のトルク検出装置において、その両側の一方の側の前記回転軸に、前記変位伝達部および前記垂直たわみ構造と均等な構造の連結体より成るスラスト検出部を介在させたことを特徴とするトルク検出装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、種々の分野において用いられる回転軸に対して作用するトルクを検出するトルク検出装置に関する。

#### (従来の技術)

現今の産業社会において、回転軸を用いる機械、装置は極めて多い。これら機械、装置においては、回転軸に作用するトルクを検出し、この検出されたトルクを用いて当該機械、装置を制御し、または事故を防止する等の手段が多用されている。例えば、車両においては、その車軸に作用するトルクの検出値を用いて当該車両を効率的に運転制御する手段が採用され、また、例えば、工作機械においては、その回転軸に作用するトルクを検出し

きない。

(b)の手段は、優れた手段ではあるが、あまりにも高価で実用的ではない。

(c)の手段は、回転数が低い場合、使用不可能となる。

このように、上記各手段はいずれもトルク検出手段として、満足し得るものではなかった。

本発明の目的は、上記従来技術における課題を解決し、きわめて簡素な構造で、かつ、非接触でトルクを検出することができるトルク検出装置を提供するにある。

#### (課題を解決するための手段)

上記の目的を達成するため、本発明は、回転軸に作用するトルクを検出するトルク検出装置であって、トルクが作用すると前記回転軸の軸方向に当該トルクに比例した変位を発生するたわみ変換構造と、このたわみ変換構造に連結されその変位と等しい変位を生じる変位伝達部と、この変位伝達部に連結され前記回転軸の軸方向にのみたわみを生じる垂直たわみ構造と、前記回転軸に対する

て工具やワークの破損を防止する手段が採用されている。

従来、このように回転軸に作用するトルクを検出する装置として、

(a) 回転軸にひずみゲージを貼着し、トルクによる抵抗値の変化をスリップリングにより外部に取出す手段

(b) 上記(a)における抵抗値の変化を電波により外部に出力する手段

(c) 回転軸の軸方向の異なる位置に2つの円板を固定し、これら円板に1つの放射状の線を描き、両線の位相差を近接スイッチや光ファイバ等により取出す手段

等が提案されている。

#### (発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記(a)～(c)に挙げた各手段にはそれぞれ次のような不具合な点がある。即ち、(a)の手段は、信号の取出しにスリップリングのような接触部が介在するので、故障発生やノイズ混入による精度の低下を避けることはで

静止系に固定され前記変位伝達部に空間を置いて対向する検出部とで構成されていることを特徴とする。

さらに、本発明は、上記トルク検出装置において、回転軸にトルクが作用すると、前記回転軸の周方向の回転変位は拘束しないが、前記たわみ変位構造の前記変位伝達部とは反対側の固定端と前記垂直たわみ構造の前記変位伝達部とは反対側の固定端との距離は拘束する支持部材を設けたことを特徴とする。

さらにまた、本発明は、上記トルク検出装置において、その両側のうちの一方の側の前記回転軸に、前記変位伝達部および前記垂直たわみ構造と均等な構造の連結体より成るスラスト検出部を介在させたことを特徴とする。

#### (作用)

回転軸にトルクが作用すると、たわみ変換構造は回転軸の周方向にたわみを生じると同時に、このたわみにより、軸方向に変位する。この変位は、変位伝達部に伝達されるとともに、垂直たわみ構

造により吸収される。変位伝達部の変位は、静止系に固定された検出部により、非接触で検出される。

この場合、回転軸はトルク検出装置へのトルク伝達には何等の支障なく、支持部材により支持される。

また、トルク検出装置とともに、スラスト検出部を設けることにより、トルクと同時にスラストも検出することができる。

(実施例)

以下、本発明を図示の実施例に基づいて説明する。

第1図は本発明の実施例に係るトルク検出装置の側面図である。図で、1は回転軸、2は回転軸1に装着されたトルク検出装置である。1a、1bはトルク検出装置2の両側における軸1の各軸部を示す。2a、2b、2c、2dはトルク検出装置2の剛体部である。剛体部2a、2dはそれぞれ軸部1a、1bと結合されている。A、B、Cはそれぞれトルク検出装置2を構成するたわみ

変換構造、トルク伝達部、垂直たわみ構造であり、たわみ変換構造Aは剛体部2a、2b間に、トルク伝達部Bは剛体部2b、2c間に、また垂直たわみ構造Cは剛体部2c、2d間に介在せしめられる。これらの詳細については後述する。Dは軸1を支持する支持体であり、筒体(または枠体)d<sub>1</sub>、突出部d<sub>2</sub>およびベアリングd<sub>3</sub>より成る。3は突出部d<sub>2</sub>に固定された検出部であり、トルク伝達部Bの面b<sub>1</sub>と対向する位置に固定されている。

第2図(a)、(b)は第1図に示すたわみ変換構造Aの展開図および他のたわみ変換構造A<sub>1</sub>の展開図である。各図で、a<sub>1</sub>、a<sub>11</sub>は剛体部2a、2b間に連結されるたわみ梁である。p<sub>1</sub>はたわみ梁a<sub>1</sub>、a<sub>11</sub>と剛体部2aの結合点、p<sub>2</sub>は剛体部2bとの結合点を示す。各結合点p<sub>1</sub>、p<sub>2</sub>は軸1の軸方向に対して互いに周方向に所定の距離l<sub>1</sub>、l<sub>2</sub>だけずれている。これにより、剛体部2a、2b間にトルクが作用したとき、両者は軸1の周方向にトルクに応じたねじれを生じる

と同時に、このねじれにより、軸1の軸方向へ当該ねじれに応じた変位を生じる。結局、この変位はトルクに応じた変位となる。

第3図(a)は第1図に示す垂直たわみ構造Cの斜視図、第3図(b)は第3図(a)に示す線Ⅲb—Ⅲbに沿う断面図である。各図で、c<sub>1</sub>、c<sub>2</sub>は剛体部2c、2dと連結される剛体リング、c<sub>3</sub>は剛体リングc<sub>1</sub>、c<sub>2</sub>間に位置するリング状のたわみ梁、c<sub>4</sub>、c<sub>5</sub>は剛体部c<sub>1</sub>、c<sub>2</sub>とたわみ梁c<sub>3</sub>との間を連結する剛体柱である。剛体柱c<sub>4</sub>、c<sub>5</sub>は第3図(b)に示すように、周方向に位置をずらして配置されている。

第3図(c)、(d)は垂直たわみ構造Cの2つの変形例を示す断面図および側面図である。第3図(c)に示す垂直たわみ構造は、剛体柱c<sub>4</sub>、c<sub>5</sub>の数が2倍となっている。また、第3図(d)に示す垂直たわみ構造C<sub>1</sub>は、剛体部2cと連結される剛体柱c<sub>10</sub>、たわみ梁c<sub>30</sub>、剛体柱c<sub>10</sub>とたわみ梁c<sub>30</sub>を連結する剛体柱c<sub>10</sub>、およびたわみ梁c<sub>30</sub>と剛体部2dを連結する剛体支持部

c<sub>50</sub>で構成されている。

上記垂直たわみ構造C、C<sub>1</sub>は、トルクが作用しても何等の変化をも生じないが、軸1方向の力が作用するとたわみ梁c<sub>3</sub>、c<sub>30</sub>が変形して、垂直たわみ構造C、C<sub>1</sub>には、当該力に応じた伸縮が生じる。

第4図(a)、(b)は第1図に示す支持体Dとは異なる他の支持体D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>の斜視図である。第4図(a)で、d<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>はそれぞれ軸部1a、1bと連結される剛体リング、d<sub>12</sub>は各剛体リングd<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>間に連結された放射たわみ梁である。放射たわみ梁d<sub>12</sub>は剛体リングd<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>の中心軸(軸1の中心と一致)から放射状に延びる方向に沿って形成される。これら放射たわみ梁d<sub>12</sub>は軸方向でd<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>と接続されている。図では、放射たわみ梁d<sub>12</sub>が4本設けられているが、その数は任意に選定することができる。

軸1は剛体リングd<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>により支持される。そして、剛体リングd<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>間にトルクが作用すると、放射たわみ梁d<sub>12</sub>に周方向のたわみが生

じるが、剛体リング $d_{10}$ 、 $d_{11}$ 間の距離は変化しない。即ち、この支持体 $D_1$ は第1図に示す支持体 $D$ と同一の機能を有する。

一方、第4図(b)で、 $d_{10}$ は内側剛体 $d_{10}$ 、 $d_{11}$ は外側剛体であり、それぞれ軸1a、1bと連結されている。 $d_{10}$ は内側剛体 $d_{10}$ と外側剛体 $d_{11}$ との間に連結された放射たわみ梁であり、中心から放射状に延びている。この支持体 $D_1$ の機能が第4図(a)に示す支持体 $D_1$ の機能と同じであるのは明らかである。

以上、たわみ変換構造A、垂直たわみ構造B、および支持体Dについて、それらの構成およびそれらと機能が同一の他の構成について説明した。また、トルク伝達部Bは剛体の円板またはリングで構成される。そして、これらたわみ変換構造A、トルク伝達部B、垂直たわみ構造C、および支持体Dはいずれも他との結合端が剛体となるので、各構成相互が独立しており、したがって、これらをブロックで図示することができる。

第5図(a)、(b)、第6図(a)、(b)、

(c)はたわみ変換構造A、トルク伝達部B、垂直たわみ構造C、および支持体Dの構成をブロックで表した構成図である。第5図(a)はトルク検出装置2が軸1に介在している構成、即ち、第1図に示すものと同一の構成を示す図、第5図(b)は第5図(a)に示す構成に代えてトルク検出装置2が支持体Dの外部に配置された構成を示す図である。支持体Dと軸1a、1bとは、第5図(a)に示すものと同じくベアリングを介して結合されている。また、第6図(a)、(b)、(c)は支持体Dとして第4図(a)に示す支持体 $D_1$ を用いた場合の構成図であり、第6図(a)に示す構成はトルク検出装置2が軸1に介在している構成、第6図(b)に示す構成はトルク検出装置2が軸1の外部に配置された構成を示す図である。第4図(b)に示す支持体 $D_1$ を用いた場合の構成もこれらに準じる。第4図(c)は第6図(b)に示す構成において、放射たわみ梁 $d_{10}$ のない構成、即ち、剛体リング $d_{10}$ 、 $d_{11}$ を直結した構成である。この構成は、軸1に作用す

るトルクが大きい場合に用いられる。トルクが大きいと、放射たわみ梁 $d_{10}$ を除去した部分 $d_{10}$ は充分にねじれるので、そのねじれ量がたわみ変換構造A、トルク伝達部Bおよび垂直たわみ構造Cで検出される。いずれの構成もその動作は同じであるので、以下、本実施例の動作の説明は第1図(第5図(a))に示す構成について行う。

今、軸部1aと軸部1bとの間に第1図に示す矢印H方向のトルクが作用したとする。このトルクにより、たわみ変換構造Aは当該トルクに応じて同一方向にねじれ、このねじれと同時に、たわみ変換構造Aは縮み方向にトルクに応じた変位を生じる。これにより、剛体部2b、トルク伝達部Bおよび剛体部2cが図で上方向に引っ張られる。この引っ張りによる力は垂直たわみ構造Cに伝達され、この結果、垂直たわみ構造Cはそのたわみ梁c<sub>1</sub>がたわむことにより伸長する。

上記の作用により、トルク伝達部Bは作用したトルクに応じて上方に変位し、検出器3に対する面b<sub>1</sub>の距離は当該変位分だけ大きくなる。検出

器3はこの変位分を検出し、これに応じた電気信号を出力する。

なお、検出器3としては、渦電流検出器、光反射を用いた検出器、磁気変化を用いた検出器、空気を噴出させてその圧力変化を用いる検出器、静電容量の変化を用いる検出器、差動変圧器等種々のタイプのものを使用することが可能である。

このように、本実施例では、たわみ変換構造、トルク伝達部、および垂直たわみ構造を順に結合してトルク検出装置を構成したので、非接触で、しかも簡単な構造によりトルクを検出することができる。

次に、本実施例を実際の装置に適用した場合の具体例について説明する。

第7図は上記実施例の具体例に係る回転工具のトルク検出装置の一部破断断面図である。図で、11は図示しない駆動源により回転されるホルダ本体、12はホルダ本体11の適所に溶接等により固定された筒体である。筒体12の両端には放射たわみ部(詳細は後述する。)D<sub>1</sub>が形成され

ている。13は筒体12の所定個所に溶接固定された軸、13aは軸13の先端の工具取付部である。工具取付部13aにはチャック等によりドリル等の工具が取付けられる。14は溶接部を示す。Cはホルダ本体11に一方端を支持された円筒状の垂直たわみ構造（詳細は後述する）、Bは垂直たわみ構造Cの他方端に固定されたリング状のトルク伝達部、b<sub>1</sub>はトルク伝達部Bの周縁の端面、A<sub>1</sub>は前記放射たわみ部D<sub>1</sub>の端部に押えリング15aを介して固定された変換たわみ構造（詳細は後述）、15bは変換たわみ構造A<sub>1</sub>の上部リング（詳細は後述）をトルク伝達部Bに固定する押えリングである。16はホルダ本体11の先端に固定されたカバー、17はゴムシールである。3はホルダ本体11外部の図示しない静止系に固定され、端面b<sub>1</sub>と所定の空間をおいて対向配置された検出部を示す。

なお、垂直たわみ構造Cおよび変換たわみ構造A<sub>1</sub>は図示が複雑になるのを避けるため、正確な断面で表示せず、構造上の位置関係のみを示すに

留める。

第8図は第7図に示す放射たわみ部D<sub>1</sub>の斜視図である。この放射たわみ部D<sub>1</sub>は、第4図に示す支持体D<sub>1</sub>と同一構造である。即ち、第7図のd<sub>10</sub>、d<sub>11</sub>、d<sub>12</sub>はそれぞれ第4図に示す剛体リングd<sub>10</sub>、剛体リングd<sub>11</sub>、および放射たわみ梁d<sub>12</sub>と対応する各剛体リングおよび放射たわみ梁である。d<sub>13</sub>は中央の貫通孔、d<sub>14</sub>、d<sub>15</sub>はそれぞれ貫通孔d<sub>13</sub>と連通する横および縦の切欠きである。貫通孔d<sub>13</sub>、切欠きd<sub>14</sub>、d<sub>15</sub>により放射たわみ梁d<sub>12</sub>を容易に形成することができる。

第9図(a)、(b)はそれぞれ第7図に示す変換たわみ構造A<sub>1</sub>の斜視図および製造工程平面図である。第9図(b)で、a<sub>11</sub>は例えば鋼板で作られた円板、a<sub>12</sub>は円板a<sub>11</sub>に形成された図示形状のスリット、a<sub>13</sub>は中央に形成された円形の開口、a<sub>14</sub>およびa<sub>15</sub>は図示位置に形成された取付け穴である。a<sub>16</sub>、a<sub>17</sub>はそれぞれ上リングおよび下リング、a<sub>18</sub>はたわみ梁であり、これらがそれぞれリングやたわみ梁となるのは、第9図

(a)に示す変換たわみ構造A<sub>1</sub>の完成図で明らかとなる。

今、下リングa<sub>17</sub>を押えておき、上リングa<sub>16</sub>を紙面垂直方向手前に引っ張ると、スリットa<sub>11</sub>の存在により上リングa<sub>16</sub>が紙面手前に移動する。このとき、上リングa<sub>16</sub>と下リングa<sub>17</sub>とはたわみ梁a<sub>18</sub>で連結された状態となる。この状態が第9図(a)に示されており、これにより変換たわみ構造A<sub>1</sub>が構成される。変換たわみ構造A<sub>1</sub>は、取付け穴a<sub>14</sub>により放射たわみ部D<sub>1</sub>の剛体リングd<sub>10</sub>に、また、取付け穴a<sub>15</sub>によりトルク伝達部Bにそれぞれ連結される。

ここで、第9図(a)において、仮に、下リングa<sub>17</sub>を固定し、上リングa<sub>16</sub>を第9図(a)に示す矢印方向に回すと、上リングa<sub>16</sub>は回転しながら下リングa<sub>17</sub>の方（垂直方向下方）へ変位する。上記矢印と逆方向へ回すと、上リングa<sub>16</sub>は回転しながら垂直方向上方へ変位する。即ち、このたわみ変換構造A<sub>1</sub>は第2図(a)、(b)に示すたわみ変換構造A、A<sub>1</sub>と同等又は等価な構

造であるのは明らかである。

次に、第7図に示す具体例の動作を説明する。工具取付け部13aにチャックを介してドリルを取付け、ホルダ本体11を回転させて被加工物の加工を行うものとする。ホルダ本体11の回転は筒体12の放射たわみ部D<sub>1</sub>における剛体リングd<sub>10</sub>、軸13を介してドリルに伝達され、ドリルは回転する。ドリルが被加工物と接触して加工状態にあるとき、放射たわみ部D<sub>1</sub>の剛体リングd<sub>10</sub>と剛体リングd<sub>11</sub>の間には上記加工により生じるトルクが作用し、両者はこのトルクに比例した円周方向の回転変位を保持しながら回転を続ける。

上記円周方向の回転変位が生じると、この変位は変換たわみ構造A<sub>1</sub>の上リングa<sub>16</sub>と下リングa<sub>17</sub>の間に伝達され、両者の間に同様の円周方向変位を発生する。これにより、上リングa<sub>16</sub>は下リングa<sub>17</sub>の方へ接近する垂直方向変位を生じ、この変位はトルク伝達部Bに伝達され、トルク伝達部Bを図で下方へ変位せしめる。このとき、垂

直たわみ構造Cはトルク伝達部Bの変位によりこれとともにその垂直たわみ梁c、をたわませながら下方へ変位する。この垂直たわみ構造Cの存在により、トルク伝達部Bは全体を均等に支持され、振れ等が発生することなく変位する。

トルク伝達部Bの変位により、その端面b<sub>1</sub>も同様に変位し、この変位量は検出部3により検出され、当該変位量に比例した電気信号として出力される。即ち、加工により生じたトルクはこれに比例した電気信号として非接触で外部に取出されることとなる。

ところで、トルク伝達部Bの端面b<sub>1</sub>は多くの場合必ずしも全周均一な面に形成されとは限らず、このため、検出部3との間の間隔も端面b<sub>1</sub>の全周にわたって変化する。これではトルクの検出は不可能であるので、本具体例では、図示しない回路により、検出部3の検出信号をトルク伝達部Bの回転と同期して取出す構成とされている。これにより、検出部3は端面b<sub>1</sub>の所定の同一個所に対してのみ検出を行うこととなり、上記の不

均一な面による不都合は解消される。

なお、放射たわみ部D<sub>1</sub>は1つのみでもよいが、図示のように上下に設けることにより、軸の傾き等の他の変位の発生を防止し、確実に回転変位の発生させることができる。

第10図(a)～(c)は本具体例のトルク検出装置を用いた検出トルクのグラフである。各図で、横軸には時間、縦軸にはトルクがとってある。この検出は、ドリル径1.5mm、回転数1840rpm、送り速度0.06mm/rev、穴深さ8mm、被削材S50C(鋼材)により行った。第10図(a)は第3回目の切削で、最大トルク0.52Nm、第10図(b)は第4回目の切削で、最大トルク0.40Nm、第10図(c)は第5回目の切削で、最大トルク0.69Nmであった。このドリルは第5回目の切削における点Sの時点で折損した。図から明らかなように、トルクは折損直前で急激に上昇している。そこで、予め、あるトルクレベルを設定し、トルクがこのレベルに達したとき直ちに回転を停止する処理を行うか、

または、上記レベルより低いレベルを設定し、トルクが所定の回数このレベルを示した場合に回転を停止する処理を行う。これにより、折損による事故を避けることができる。

第11図は他の具体例に係る回転工具の荷重検出装置の一部破断断面図である。図で、21は図示しない駆動源により回転されるホルダ本体、22はホルダ本体11の適所に圧入等により固定された軸である。22aは軸22の先端、22bは先端22aの近傍に形成された貫通孔である。軸22の所定個所には放射たわみ部D<sub>1</sub>が形成されている。軸22は放射たわみ部D<sub>1</sub>により、工具取付け側とホルダ本体取付け側とに区分されている。23は先端22aに装着されたチャック、24はその締め具、25はチャック23に把持されたドリル等の工具である。A<sub>1</sub>は放射たわみ部D<sub>1</sub>の一方側(先端22aと反対側)の軸22に固定されたたわみ変換構造であり、第9図(a)に示すたわみ変換構造A<sub>1</sub>とは上下が逆になった構成となっている。Cはたわみ変換構造A<sub>1</sub>の

上部に連結された垂直たわみ構造、Bは垂直たわみ構造Cの下部フランジに固定された円筒状のトルク伝達部、b<sub>1</sub>はトルク伝達部Bの周縁の所定個所に固定されたトルク変位端である。

26は垂直たわみ構造Cの上部に連結された円筒状のスラスト伝達部、27はスラスト伝達部26の周縁の所定個所に固定されたスラスト変位端である。28はカバー、29はカバー28に取付けられ前記軸22の貫通孔22bに挿入されるストッパ、30はゴムシールである。3はトルク変位端b<sub>1</sub>と所定の空間において対向配置されたトルク検出部、31はスラスト変位端27と所定の空間において対向配置されたスラスト検出部を示す。なお、たわみ変換構造A<sub>1</sub>および垂直たわみ構造Cは、さきの具体例の場合と同様、図示が複雑になるのを避けるため、正確な断面で表示せず、構造上の位置関係のみを示すに留める。

次に、本具体例の動作を説明する。図示のように、先端22aにチャック23を介して工具25を取付け、ホルダ本体21を回転させて被加工物



の加工を行うものとする。ホルダ本体21の回転は軸22を介して工具25に伝達され、工具25は回転する。工具25が被加工物と接触して加工状態にあるとき、放射たわみ部20には加工によって生じるトルクおよび、またはスラストが作用する。

ここで、トルク成分は、さきの具体例と同様、たわみ変換構造A、の伸縮、垂直たわみ構造Cによる当該伸縮の吸収、トルク伝達部Bによる当該伸縮に伴う軸方向の変位、検出部3による当該変位の検出により取出される。

次に、スラスト成分による変位に動作について説明する。スラスト成分が作用すると、放射たわみ部D、の放射たわみ梁が僅かに軸方向に伸縮し（この伸縮が可能のように予め放射たわみ梁の寸法等が選定されている。）、軸22の先端22aは軸22のホルダ本体21側に対して軸方向（垂直方向）に変位する。この変位は垂直たわみ構造Cに伝達され、垂直たわみ構造Cは軸方向に変位する。この変位はスラスト伝達部26に伝達

され、これを図で下方へ変位せしめ、したがって、スラスト変位端27も下方へ変位する。この変位は検出部31により検出される。

上記各検出部3、31による検出は、図示しない回路により、トルク伝達部Bおよびスラスト伝達部26の回転と同期して取出す構成とされている。

なお、トルクとスラストが同時に発生している場合には、上記の動作により、両者が同時に検出される。また、検出部は必ずしも2つ設ける必要はなく、1つの検出部により1回転中で各変位端27、b1を検出するように構成することも可能である。

ここで、あるトルクレベル（スラストレベル）を設定し、トルク（スラスト）がこのレベルに達したとき直ちに回転を停止する処理を行うか、または、上記レベルより低いレベルを設定し、トルク（スラスト）が所定の回数このレベルを示した場合に回転を停止する処理を行うと、これにより、折損による事故を避けることができる。

第12図はトルク・スラスト検出装置の他の具体例のブロック図である。図で、Eは垂直たわみ構造であり、さきに説明した垂直たわみ構造Cと同一構造である。また、Fはスラスト伝達部であり、トルク伝達部Bと同一構造である。他の構成は第6図(b)に示す構成と同じである。軸部1aに垂直たわみ構造Eおよびスラスト伝達部Fを介在させることにより、第11図に示すものと同様、トルクとスラストの両方を検出することができる。この場合、支持体D、の放射たわみ梁は第11図に示すもののように特定の寸法に構成する必要はない。

第13図はさらに他の具体例のブロック図である。35は自動車の差動歯車のケース、36はホイール、37はホイール36を連結し差動歯車により駆動される後輪車軸である。A、B、Cはそれぞれ後輪車軸37に介在せしめられたたわみ変換構造、トルク伝達部、および垂直たわみ構造、Dは一端がケース35に結合され、他端がベアリングを介して後輪車軸37と結合している支持体

である。この構成は第1図および第5図に示す構成と等価である。3Bはトルクを検出する検出部、3Cは後輪車軸37の軸方向の変位を検出する検出部である。

ここで、検出部3Cが設置されているのは、自動車の走行中においては、後輪車軸37の軸方向変位がしばしば生じるためであり、真のトルクは検出部3Bの検出値から検出部3Cの検出値を減算した値となる。

上記構成により、当該自動車の走行中に発生しているトルクを検出することができ、これを、自動車の走行制御のデータとして使用することにより、適切な制御を行うことができる。

なお、自動車走行中のトルク検出は、後輪車軸ばかりでなく、エンジン出力軸やプロペラシャフトに同様の構成を適用することによっても得ることができる。さらに上記の場合、トルクは全てたわみ変換構造A、トルク伝達部Bおよび垂直たわみ構造Cの列を通過する構成となっているが、この例の場合トルクが大きいので、主たるトルク伝

達体を後輪車軸とし、その周囲にたわみ変換構造A、トルク伝達部Bおよび垂直たわみ構造Cを配置した第6図(c)の構成としてもよいのは明らかである。

第14図は大きなトルクが作用する高速回転軸のトルク検出装置の具体例の構成図である。図で1は軸、1a、1bは軸1におけるトルク検出装置の両側の軸部、3は差動変圧器を用いた検出部(後述する)である。A<sub>1</sub>はたわみ変換構造であり、たわみ梁a<sub>10</sub>、スリットa<sub>11</sub>より成る。B<sub>1</sub>はトルク伝達部、C<sub>1</sub>は第3図(d)に示すものと等価な垂直たわみ構造、c<sub>10</sub>はそのたわみ梁である。40はたわみ変換構造A<sub>1</sub>および垂直たわみ構造C<sub>1</sub>と結合された剛体柱であり、その先端の径小部にはトルク伝達部B<sub>1</sub>が嵌着固定されている。検出部3は軸側3aと固定側3bとで構成され、軸側3aはリング状の絶縁板41およびリング状の磁性板42が交互に積層されて構成されている。一方、固定側3bは絶縁体43、コア44、1次コイル45、および2次コイル46、4

7による差動変圧器で構成されている。このような差動変圧器は周知である。T<sub>1</sub>はコイル45から引出された1次端子、T<sub>21</sub>、T<sub>22</sub>はコイル46、47から引出された2次端子である。g<sub>1</sub>、g<sub>2</sub>は固定側3aにおいて、上下の磁性板42とトルク伝達部B<sub>1</sub>との間のギャップを示す。

上記の構成において、軸1にトルクが作用すると、このトルクはたわみ変換構造A<sub>1</sub>により軸方向変位に変換され、例えば、剛体柱40を上方へ変位させる。この上方向の変位は垂直たわみ構造C<sub>1</sub>のたわみ梁c<sub>10</sub>のたわみにより吸収されるとともに、トルク伝達部B<sub>1</sub>に伝達され、ギャップg<sub>1</sub>を減少させ、ギャップg<sub>2</sub>を増大させる。これにより、端子T<sub>21</sub>と端子T<sub>22</sub>から出力される電圧はトルク伝達部B<sub>1</sub>の変位前の各電圧に対して変化し、したがって、各電圧の差の電圧にも変化が生じる。この変化分が作用したトルクに相当し、トルクが検出されることとなる。

なお、上記構成の軸1に作用するトルクが大きいので、支持体Dの放射たわみ梁は不要であり、

したがって、支持体Dも不要となる。又、固定側3aの磁性板は必ずしもトルク伝達部B<sub>1</sub>の上下面と対向させる必要はなく、トルク伝達部B<sub>1</sub>の側面と対向させるように構成してもよい。

(発明の効果)

以上述べたように、本発明では、たわみ変換構造、トルク伝達部、垂直たわみ構造、および静止系に固定されトルク伝達部と間隔を置いて対向配置された検出部によりトルク検出装置を構成したので、非接触で、かつ、簡素な構成でトルクを検出することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例に係るトルク検出装置の側面図、第2図(a)、(b)はたわみ変換構造の展開図、第3図(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ垂直たわみ構造の斜視図、断面図、他の実施例の断面図、他の実施例の側面図、第4図(a)、(b)は支持体の斜視図、第5図(a)、(b)、第6図(a)、(b)、(c)はそれぞれ本発明のトルク検出装置の構成図、第

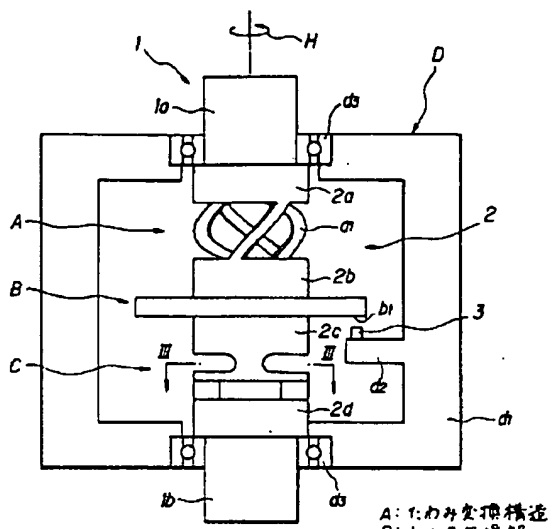
7図はトルク検出装置の具体例の一部破断断面図、第8図は第1図に示す放射たわみ部の斜視図、第9図(a)、(b)は第7図に示すたわみ変換構造の斜視図および平面図、第10図(a)、(b)、(c)は検出トルクのグラフ、第11図および第12図はトルク・スラスト検出装置の具体例の一部破断断面図および構成図、第13および第14図はそれぞれトルク検出装置の異なる具体例の側面図および断面図である。

A……たわみ変換構造、B……トルク伝達部、  
C……垂直たわみ構造、D……支持体、1……軸、  
2……トルク検出装置、3……検出部。

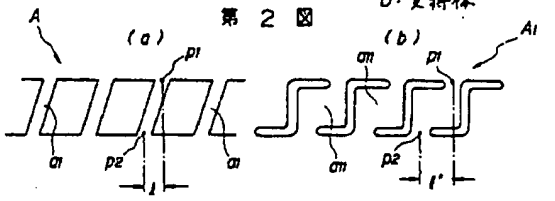
代理人 弁理士 武 頭次郎 (外1名)



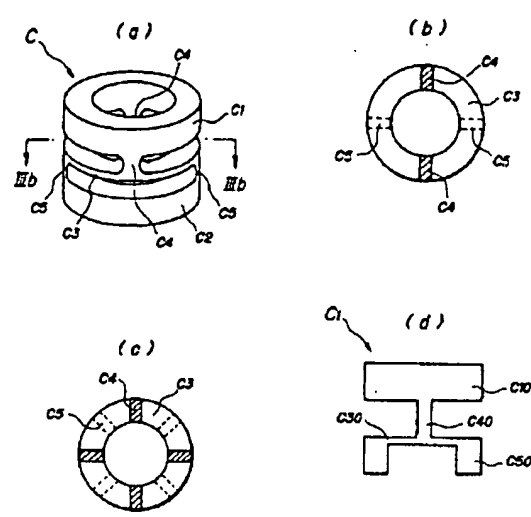
第 1 図



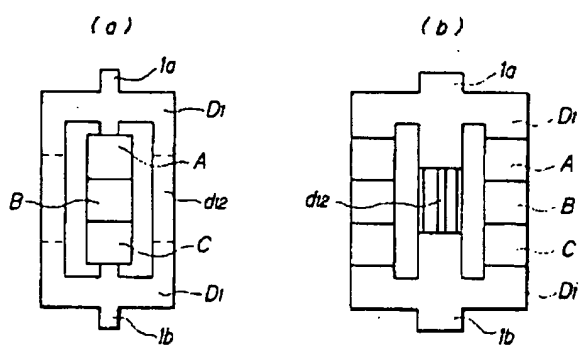
第 2 図



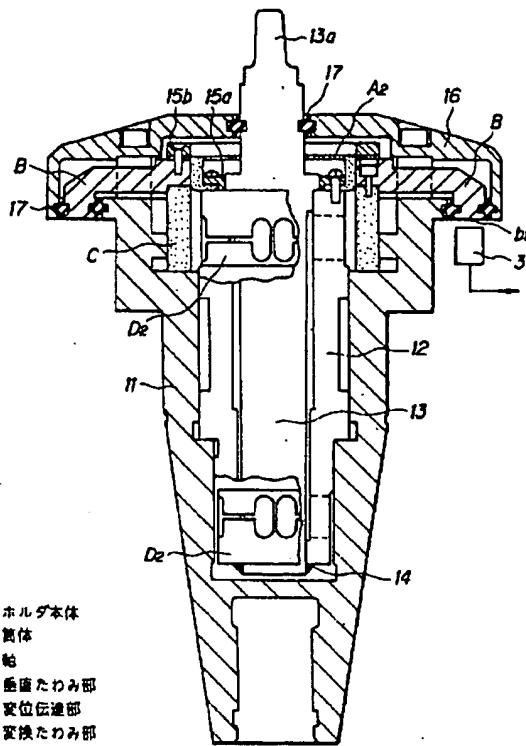
第 3 図



第 6 図

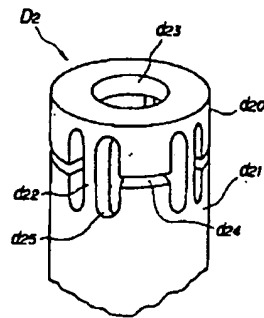


第 7 図

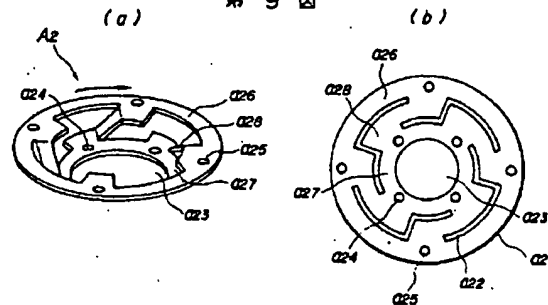


- 1: ホルダ本体
- 2: 筒体
- 3: 軸
- 5: 駆動たわみ部
- 6: 変位伝達部
- 7: 変換たわみ部
- 20: 放射たわみ部

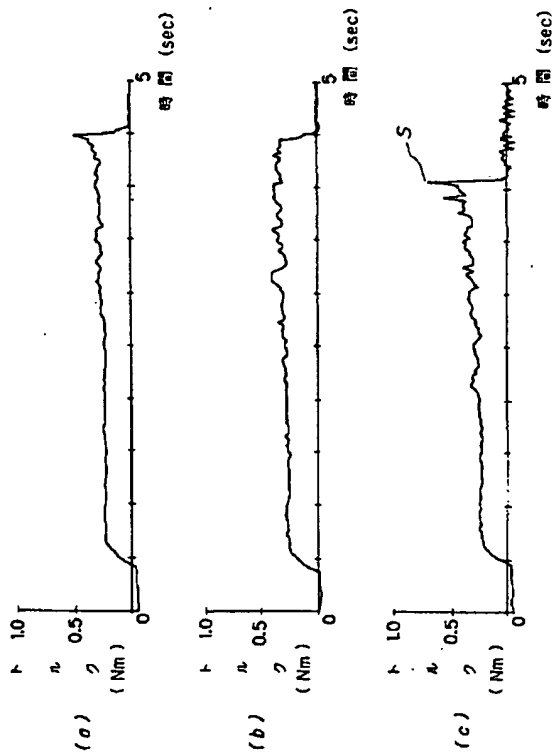
第 8 図



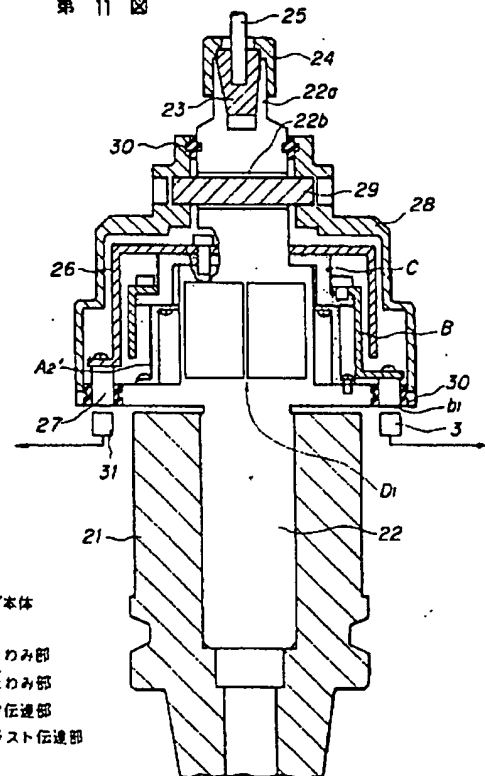
第 9 図



第 10 図



第 11 図



- 1: ホルダ本体
- 2: 軸
- 6: 変換たわみ部
- 7: 駆動たわみ部
- 8: トルク伝達部
- 10: スラスト伝達部



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**